



En el Marco del Proyecto 397-PNICP-PIAP-2014

INFORME MENSUAL: noviembre de 2015

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA

PERUANA: Sistema de Alerta para la Previsión



Foto: Vista panorámica del río Marañón, Ago-2015

Elaboración: Ing. Lucio Vergara S. (ANA) lvergara@ana.gob.pe

Revisión: Dr. Jhan Carlo Espinoza (IGP) jhan-carlo.espinoza@igp.gob.pe

Lic. Melissa Medina B. (IGP) melissamb28@gmail.com

Noviembre, 2015

Lima-Perú

CONTENIDO

- I. Introducción
- II. Objetivo
- III. Datos hidroclimáticos
- IV. Análisis de las condiciones iniciales
 - 4.1. Análisis de las condiciones globales del clima
 - a. Temperatura superficial del mar
 - b. Circulación atmosférica global
 - c. Flujos de humedad y su divergencia
 - 4.2. Análisis de la precipitación
 - a. Anomalías de precipitación últimos 30 días, TRMM
 - b. Evolución temporal de anomalías de precipitación
 - 4.3. Análisis de registro de niveles de ríos
- V. Análisis de las previsiones
 - 5.1. Análisis de la temperatura superficial del mar
 - a. Pronóstico de la TSM a nivel global
 - b. Pronóstico de la región Niño 3.4
 - c. Pronóstico de la región NATL
 - 5.2. Análisis del pronóstico de las precipitaciones
- VI. Conclusiones
- VII. Referencias

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA PERUANA:

Sistema de Alerta para la Previsión

I. Introducción

El presente informe mensual del estudio “Eventos Hidrológicos Extremos en la Amazonía Peruana: Sistema de Alerta Cualitativo para la Previsión”, está elaborado en el marco del observatorio ORE-HYBAM y es posible gracias al convenio interinstitucional entre la Autoridad Nacional del Agua y el Instituto Geofísico del Perú. Asimismo, este documento constituye un producto del proyecto 397-PNICP-PIAP-2014. Esta cooperación interinstitucional tiene como objetivo la elaboración e implementación del estudio en mención, con la finalidad de contar con un sistema estacional que permita prever los impactos de los eventos hidrológicos extremos en la sociedad de la Amazonía peruana.

Durante los últimos años, estudios científicos han evidenciado la influencia de la temperatura superficial del mar anómalos de algunas regiones oceánicas circundantes en la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos en la Amazonía peruana, como es descrito en Espinoza et al. (2009, 2011, 2012a y 2013) y Yoon & Zeng (2010), así como en Lavado et al. (2012), entre otros.

En este informe mensual correspondiente al mes de noviembre 2015, se presentan los resultados del análisis de las condiciones actuales hasta el último día del mes y la previsión de las variables hidroclimáticas para los próximos 03 meses.

II. Objetivo

Establecer el sistema de alerta cualitativo estacional que permita conocer, bajo un criterio técnico, las condiciones hidrológicas más probables de los principales ríos Amazónicos peruanos durante las estaciones críticas del año. Esto permitirá prever la posible ocurrencia de eventos hidrológicos extremos.

III. Conjunto de Datos

La base de datos de las variables hidroclimáticas, se viene actualizando diariamente, semanalmente y mensualmente con información proveniente de diferentes agencias internacionales de investigación del clima y disciplinas afines, así como de servicios nacionales y locales. Para más detalle revisar el primer informe mensual y complementario correspondiente al mes de setiembre de 2013.

IV. Análisis de Condiciones Iniciales

4.1. Condiciones Globales y Regionales del Clima

En esta sección presentamos el análisis de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) del Pacífico ecuatorial y Atlántico tropical, de la circulación atmosférica regional con dominio de América del Sur (50°N a 60°S, 0° a 150°W), asimismo, el análisis de los flujos de humedad y su divergencia en la región (20°N a 30°S, 20°W a 100°W). Las informaciones provienen de la Administración Nacional Oceánica Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA por sus siglas en inglés). Las anomalías de TSM son reportados en grados Celsius (°C) y las anomalías de vectores de viento son reportados en magnitudes de m/s, ambos en formato gráfico.

a) Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Durante el mes de noviembre 2015 el Pacífico ecuatorial Central, la región Niño 3.4, mostró anomalías positivas de TSM de 3.0°C en promedio (Tabla 1), con un ligero ascenso respecto al mes anterior (región con dominio de color naranja oscuro en Fig. 1). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías positivas de TSM de 2.1°C en promedio (Tabla 1 y dominio de color naranja en Fig. 1), presentó un descenso de 0.4°C, respecto al mes anterior. En general, el Pacífico ecuatorial presenta condiciones cálidas de magnitud fuerte a muy fuerte, tal como ha sido reportado por el ENFEN en su Comunicado Oficial N°21-2015 (diciembre).

La región del Atlántico tropical Norte (NATL) mostró condiciones ligeramente cálidas con anomalías positivas de 0.3°C de TSM en promedio (dominio de color amarillo pálido, ver Fig. 1 y Tabla 1), con un descenso respecto al mes de octubre. Por otro lado, la región Atlántico tropical Sur (SATL) mostró condiciones cercanas a la media climatológica con anomalías positivas de TSM de 0.1°C en promedio para el mes de noviembre (Fig. 1 y Tabla 1), con un ligero ascenso respecto al mes anterior.

En resumen, la TSM de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones cálidas fuertes a muy fuertes y las regiones del Atlántico tropical muestran condiciones cálidas débiles durante el mes de noviembre de 2015 (Fig. 1).

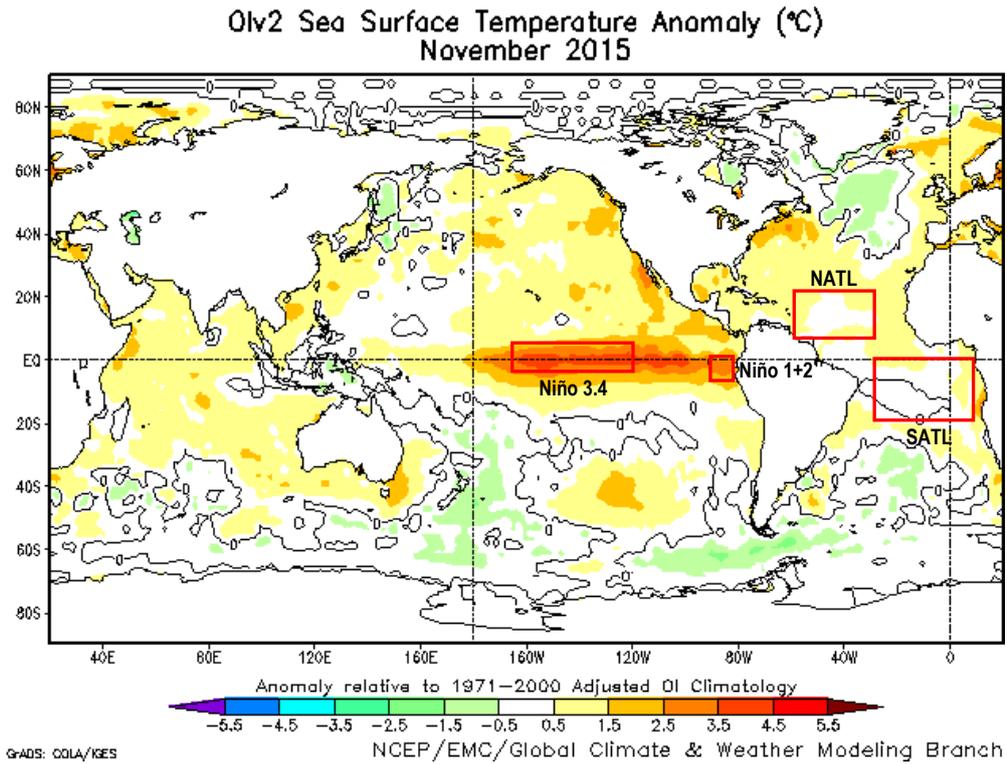


Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de noviembre de 2015. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

NOVIEMBRE 2015								
MES	TSM PACÍFICO				TSM ATLÁNTICO			
	NINO 1+2 0-10S 90W-80W	NINO 3.4 5N-5S 170W-120W	N. ATL 5N-20N 60W-30W	S. ATL 0-20S 30W-10E				
NOV 14	0.7	22.3	0.9	27.5	0.1	27.7	-0.5	23.5
DIC 14	0.1	22.9	0.8	27.4	0.0	26.8	-0.4	24.4
ENE 15	-0.4	24.1	0.5	27.1	0.1	26.1	0.1	25.7
FEB 15	-0.6	25.6	0.6	27.3	0.3	25.8	0.1	26.7
MAR 15	0.1	26.7	0.6	27.8	-0.2	25.4	0.0	27.2
ABR 15	1.4	27.0	0.8	28.6	-0.3	25.6	0.2	27.3
MAY 15	2.4	26.7	1.0	28.9	-0.4	26.0	0.5	26.6
JUN 15	2.5	25.4	1.3	29.0	-0.4	26.4	0.0	24.9
JUL 15	2.9	24.5	1.6	28.8	-0.3	26.9	-0.2	23.6
AGO 15	2.2	22.9	2.1	28.9	0.0	27.8	-0.4	22.7
SET 15	2.6	22.9	2.3	29.0	0.5	28.6	-0.3	22.8
OCT 15	2.5	23.3	2.5	29.2	0.7	28.8	-0.1	23.3
NOV 15	2.1	23.7	3.0	29.6	0.3	28.0	0.1	24.0

Tabla 1. Temperatura superficial del mar (Anomalías 1ra. columna y °C 2da. columna) para los últimos 12 meses. Las anomalías son variaciones respecto a la climatología de 1981-2010 (Smith & Reynolds, 1998), de regiones oceánicas relevantes para la previsión de eventos extremos en la Amazonía peruana.

b) Anomalías de la Circulación Atmosférica

En el continente sudamericano, se observan vientos Alisios ingresando al Mar Caribe y extremo norte de Sudamérica. Al sur de la cuenca Amazónica se observa una intensificación de los vientos del sur, lo cual produce un mayor flujo de humedad hacia la cuenca del río de La Plata y el sur de Brasil (intensificación del Low-Level Jet; ej. Espinoza et al., 2012b). Esta anomalía de circulación produce divergencia de vientos en la región central de la cuenca amazónica.

Asimismo, en la región ecuatorial del océano Atlántico, se observa un fuerte debilitamiento de los vientos Alisios, los cuales se encargan de transportar la humedad desde el Atlántico tropical hacia la cuenca Amazónica (Fig. 2).

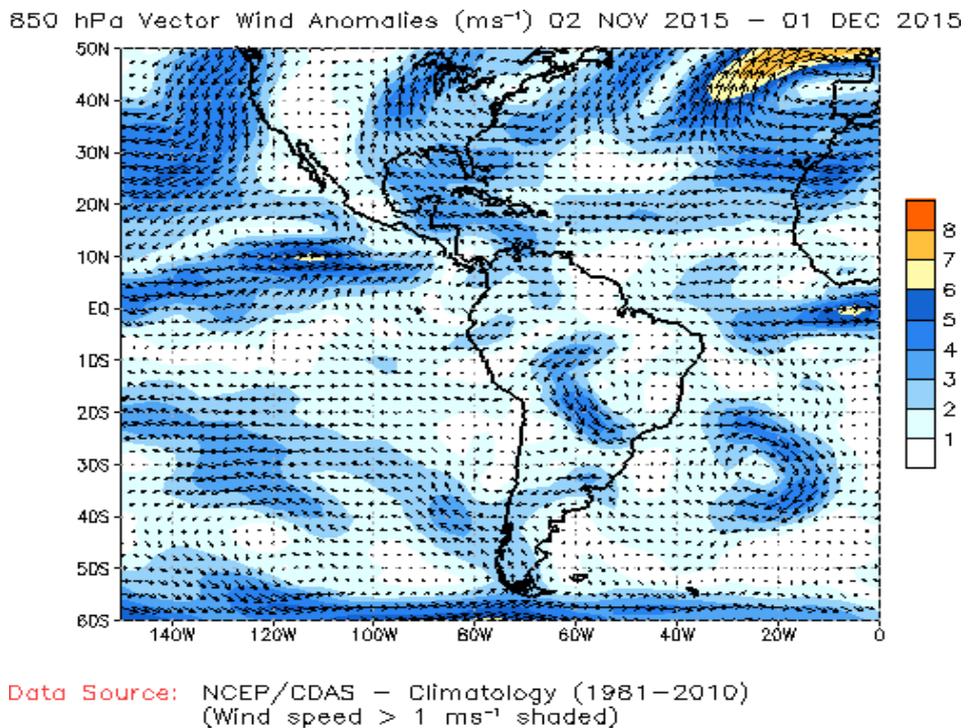


Fig. 2: Anomalía de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 02 de noviembre al 01 de diciembre de 2015). Las anomalías fueron calculadas utilizando el periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

c) Anomalías de Transporte de Humedad y su Divergencia

Los flujos de humedad y su divergencia fueron elaborados con datos de reanálisis NCEP/NCAR de la NOAA, con una resolución espacial de 2.5°x2.5° y resolución temporal diaria. El periodo de análisis es del año 1970 al presente (45 años), sobre la región entre 20°N-30°S y 100°W-20°W.

El flujo de humedad integrado verticalmente, F_w , en un punto de cuadrícula está dado por la siguiente ecuación:

$$F_w = \frac{1}{g} \int_{1000}^{300} q \cdot V \cdot dp$$

donde g es la aceleración de la gravedad, q es la humedad específica, V es el vector de viento horizontal, y p es la presión. Los flujos son integrados de la superficie a 300 hPa, para más detalle revisar Satyamurty *et al.* (1998).

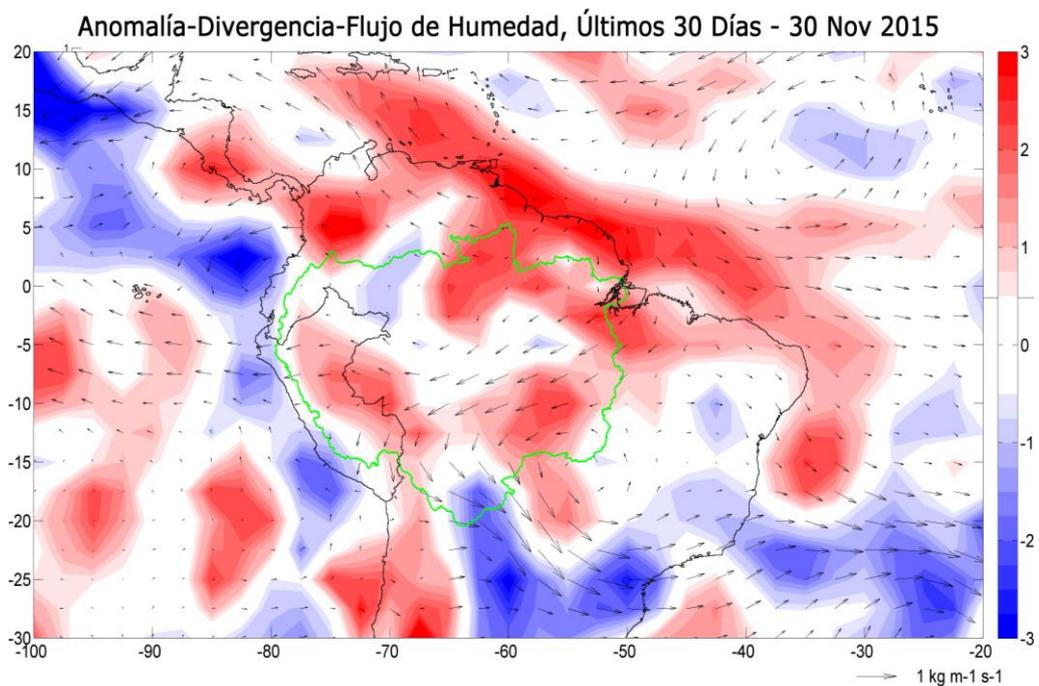


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 30 de noviembre 2015. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1970 a 2014. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

Durante este periodo, en gran parte de la cuenca Amazónica se produce divergencia de flujos de humedad, principalmente al noreste cercano a la desembocadura, así como al sur y en el oeste (Amazonía peruana) (ver Fig. 3).

Estas condiciones probablemente están asociadas a la intensificación de los vientos de bajo nivel al este de los Andes, dirigidos hacia la cuenca de La Plata y al debilitamiento de vientos Alisios en el Atlántico ecuatorial, tal como descrito en la Figura 2.

4.2. Análisis de Precipitaciones

Esta sección presenta el análisis de las anomalías de precipitación del producto de Radar Tropical Rainfall Measuring Mission a tiempo real (TRMM-3B42RT), para más detalle revisar Huffman et al. (2010). Los datos de TRMM-RT son reportados a paso de tiempo diarios a nivel global, pero procesados para la región de interés (7°N a 22°S; 82°W a 48°W) haciendo uso del programa Matlab®, mostrando anomalías de precipitación en mm/día.

a) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

Durante el periodo de 01 hasta 30 de noviembre 2015, según datos de TRMM-RT, la magnitud de las precipitaciones estuvo por debajo de lo normal (anomalías de -6 mm/día en promedio) en gran parte de la cuenca Amazónica, principalmente al noreste de la misma, cuenca alta del río Tapajós, cuenca baja del río Madeira y sureste de la Amazonía boliviana. Asimismo, al norte de la Amazonía peruana y alrededor del sureste de la triple frontera Perú-Colombia-Brasil (Fig. 4). Se observan ligeras anomalías positivas de precipitación en el sur de la Amazonía peruana, principalmente en las nacientes de la cuenca del río Ucayali y Madre de Dios (Fig. 4).

Las condiciones de precipitación mostradas por la fuente de datos del TRMM-RT en la cuenca Amazónica podrían atribuir al debilitamiento de los vientos alisios en el Atlántico, las pocas incursiones de flujo de humedad desde el Atlántico tropical Norte (Fig. 2) y al mayor transporte de humedad desde el oeste de la cuenca hacia el sur del continente, lo cual genera divergencia de flujos de vapor de agua sobre la cuenca amazónica (como mostrado en la Fig. 3).

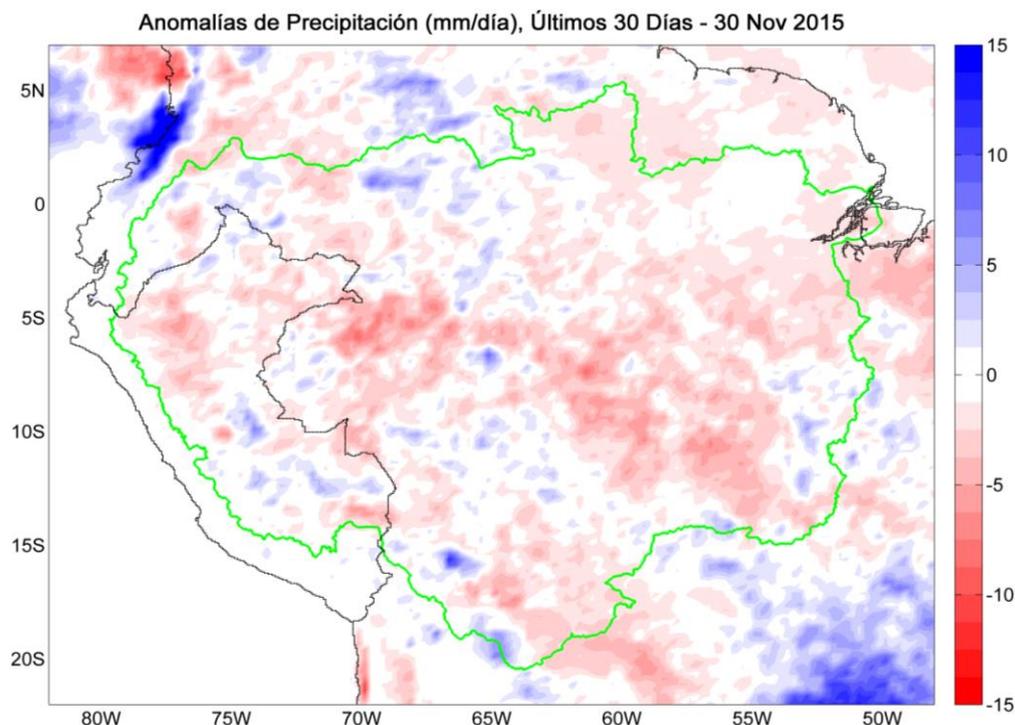


Fig. 4: Anomalías de precipitación estimadas por el TRMM-RT en mm/día hasta 30 de noviembre de 2015. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2000-2014. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde. Las anomalías de precipitación del TRMM-RT actualizadas a tiempo real puede verse en: <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>

b) Evolución Temporal de Anomalías de Precipitación para las Cuencas Amazónicas Peruanas

La evolución temporal de anomalías de precipitación para las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana fue calculada utilizando las estimaciones del producto TRMM-RT. El periodo para la obtención del armónico de la precipitación es del 2000 al 2014 para cada cuenca (Tamshiyacu en el río Amazonas, San Regis en el Marañón y Requena en el Ucayali. Ver ubicación de las estaciones y cuencas de drenaje en la Figura 5). Los armónicos consisten en representar las fluctuaciones o variaciones en una serie de datos como la suma de una serie de funciones de senos y cosenos.

Utilizando el análisis de armónicos de la precipitación, se calculó la anomalía de precipitación diaria suavizadas mediante una media móvil de 15 días y la anomalía de precipitación acumulada desde el inicio del año hidrológico (01/09).

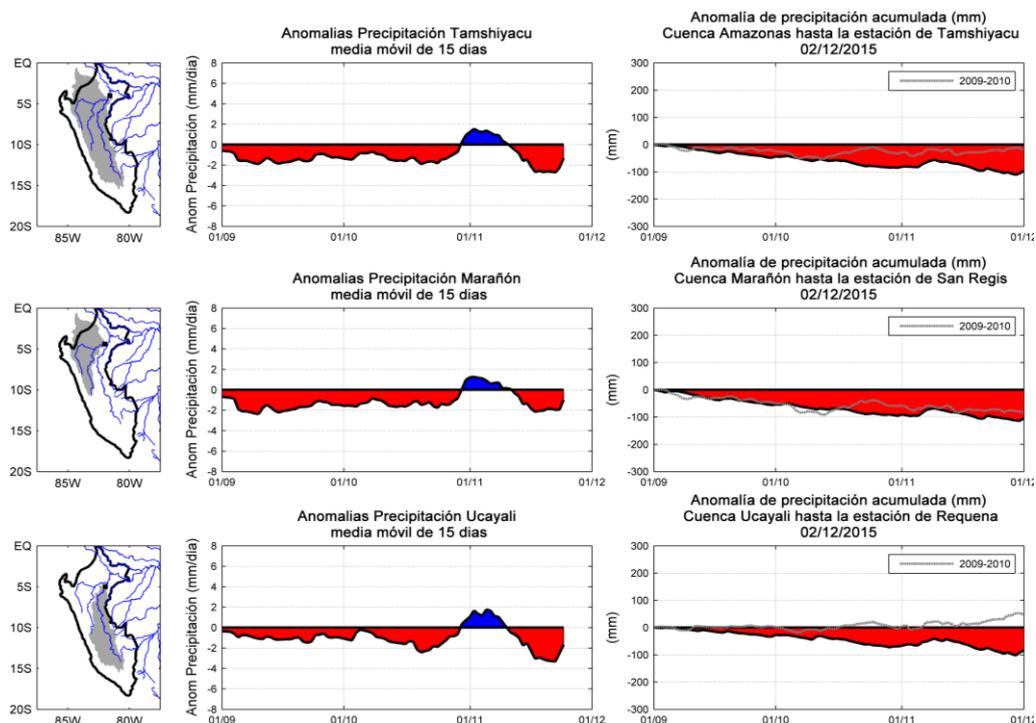


Fig. 5: Evolución temporal de anomalías de precipitación integradas en las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana: el río Amazonas hasta la estación Tamshiyacu (arriba), el río Marañón hasta la estación San Regis (medio) y el río Ucayali hasta la estación Requena (abajo). En la columna de la izquierda se observa la ubicación de las cuencas hidrográficas. En la columna del medio se muestran anomalías de precipitación. En la columna de la derecha se muestran anomalías acumuladas hasta la fecha indicada. En color azul se indican anomalías positivas de precipitación (valores por encima del promedio climatológico), en color rojo anomalías negativas de precipitación (valores por debajo del promedio climatológico). Las anomalías son calculadas considerando un periodo base de 2000 al 2014. La línea de color gris muestra la precipitación acumulada correspondiente a cada cuenca hidrográfica para el año 2009-2010. Para ver esta figura actualizada a tiempo real ir a: <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>

La evolución temporal de anomalías de precipitación para las tres principales cuencas de la Amazonía peruana (Amazonas, Marañón y Ucayali) indicadas en la Figura 5, se encontraron desde el mes de setiembre hasta la actualidad, en el rango negativo, a excepción en las primeras dos semanas de noviembre se observaron anomalías positivas. Las anomalías de precipitación acumulada para el presente año hidrológico, en la cuenca de Ucayali (estación Requena), Amazonas (estación Tamshiyacu) y Marañón (estación San Regis), muestran un déficit de precipitación

de -80 mm, -100 mm y -100 mm respectivamente. Estas anomalías de precipitación son coherentes con la débil advección de humedad y divergencia de transporte de humedad que se viene observando en la Amazonía peruana produciendo una disminución de lluvias en esta región (Fig. 3 y 4).

4.3. Análisis de Niveles Históricos de los Ríos

El SEHINAV (Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía) de la Dirección de Hidrografía y Navegación, reporta a tiempo real los histogramas de niveles de los ríos de la amazonía peruana a paso de tiempo diario en alturas geoidales y arbitrarias, dichos productos se pueden encontrar en el siguiente enlace: <https://www.dhn.mil.pe/shna/index2.asp>.

Los primeros días del mes de diciembre, se registraron niveles de ríos por encima del promedio climático (anomalías positivas) en las cuencas de los ríos Marañón (San Regis), Huallaga (Yurimaguas) y Ucayali (Pucallpa), ver Figura 6. En las dos (2) primeras estaciones se puede observar incrementos súbitos de los niveles del río en los primeros días del mes de noviembre (Fig. 6), lo que coincide con las fuertes lluvias mostrado en la Figura 5. Sin embargo, en la estación de Iquitos (río Amazonas) se continúan registrando valores de niveles de ríos por debajo del promedio climático.

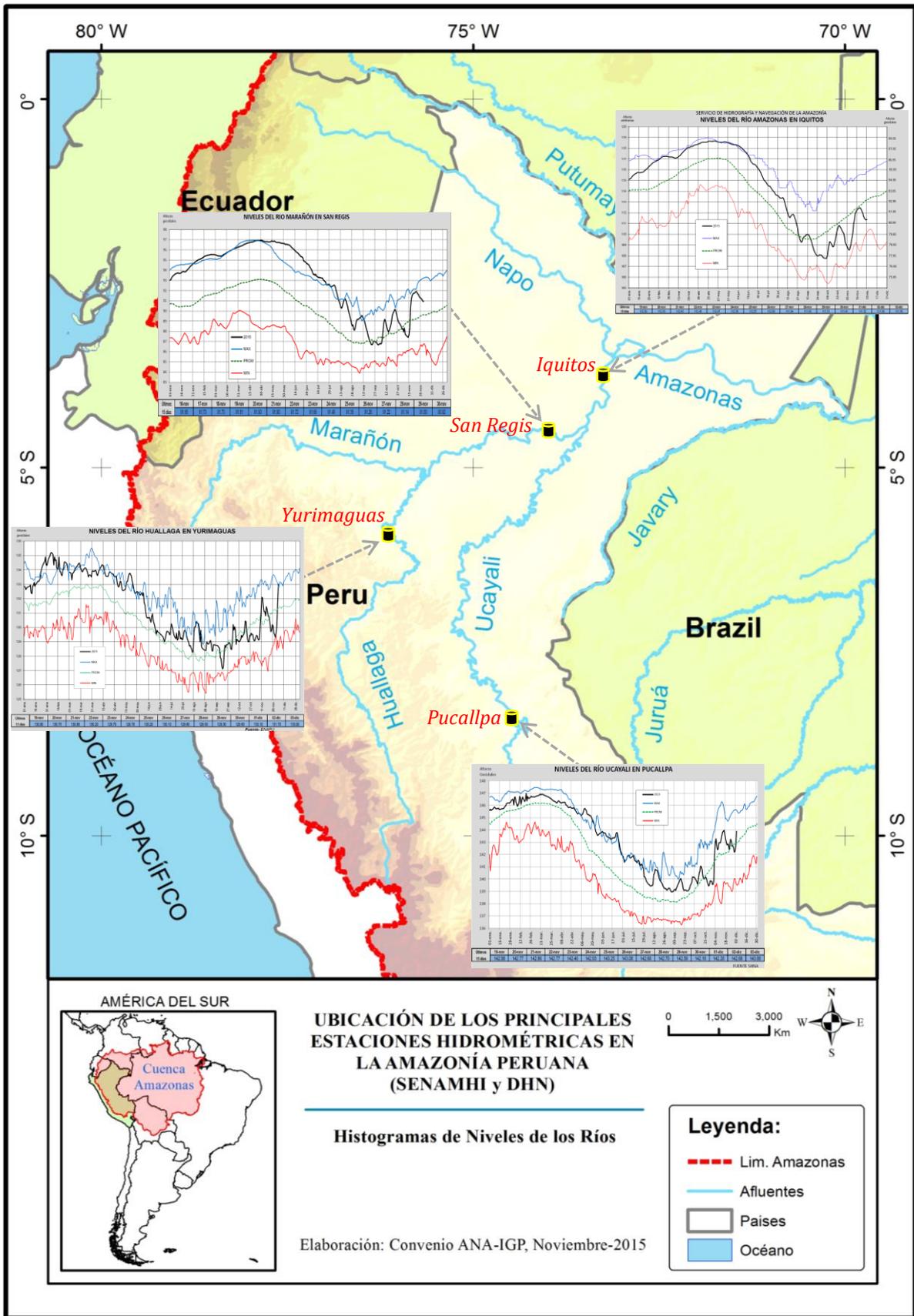


Fig. 6: Histograma de niveles de ríos diarios de los principales río de la Amazonía peruana. Fuente: DHN (<https://www.dhn.mil.pe/>).

V. Análisis de las Previsiones

En este capítulo se analizan los pronósticos de las anomalías de temperatura superficial del mar en las regiones más relevantes (Niño 3.4, Niño 1+2, NATL y SATL). Además, se analizan las anomalías de precipitación para los próximos 03 meses, que corresponden a la temporada de ascenso de las lluvias en la región de la Amazonía peruana. Los reportes provienen de las agencias internacionales y nacionales de pronóstico del clima (IRI, NOAA, CPTEC e IGP).

5.1. Análisis de la Temperatura Superficial del Mar

Esta sección contiene los pronósticos de anomalía de temperatura superficial del mar a nivel global desarrollados por el International Research Institute for Climate and Society (IRI) y el US National Multi-Model Ensemble (NMME). Los gráficos de pronósticos del Pacífico ecuatorial y el Atlántico tropical fueron elaborados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el marco del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN).

a) Pronóstico de la TSM a nivel Global

Según el reporte del IRI, los pronósticos de anomalías de TSM, para el trimestre diciembre-febrero (DEF) de 2016, proyectan condiciones cálidas de magnitud muy fuerte para la región Niño 3.4 (dominio de color naranja oscuro en Fig. 7) y de la misma manera proyectan condiciones cálidas fuertes para la región Niño 1+2 (dominio de color naranja en Fig. 7). Asimismo, el Comunicado Oficial ENFEN N° 21-2015 (diciembre) indica que los modelos globales para el Pacífico oriental (Niño 1+2) indican en su mayoría que El Niño costero en marcha mantendría una magnitud fuerte hasta el mes de diciembre. Durante los meses de enero a marzo del 2016, la mayoría de modelos predicen una magnitud moderada de El Niño costero. Para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), los modelos globales continúan pronosticando que El Niño alcanzaría una magnitud muy fuerte hasta fines de 2015 para luego decaer a lo largo de los primeros meses de 2016.

Para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se prevén condiciones cálidas moderadas (dominio de color amarillo oscuro, ver Fig. 7) para el trimestre diciembre-febrero (DEF). Para la región del Atlántico tropical Sur (SATL)

pronostican condiciones cálidas débiles con anomalías positivas de TSM en el rango neutral (región con predominancia de color amarillo claro, ver Fig. 7). En la región subtropical del Atlántico Sur se observarían condiciones ligeramente cálidas (región con anomalías positivas de TSM superiores a 0.5°C, en forma extendida, ver Fig. 7).

Dec 2015 - Feb 2016 IRI seasonal Forecast SSTA issued 0000 1 Dec 2015

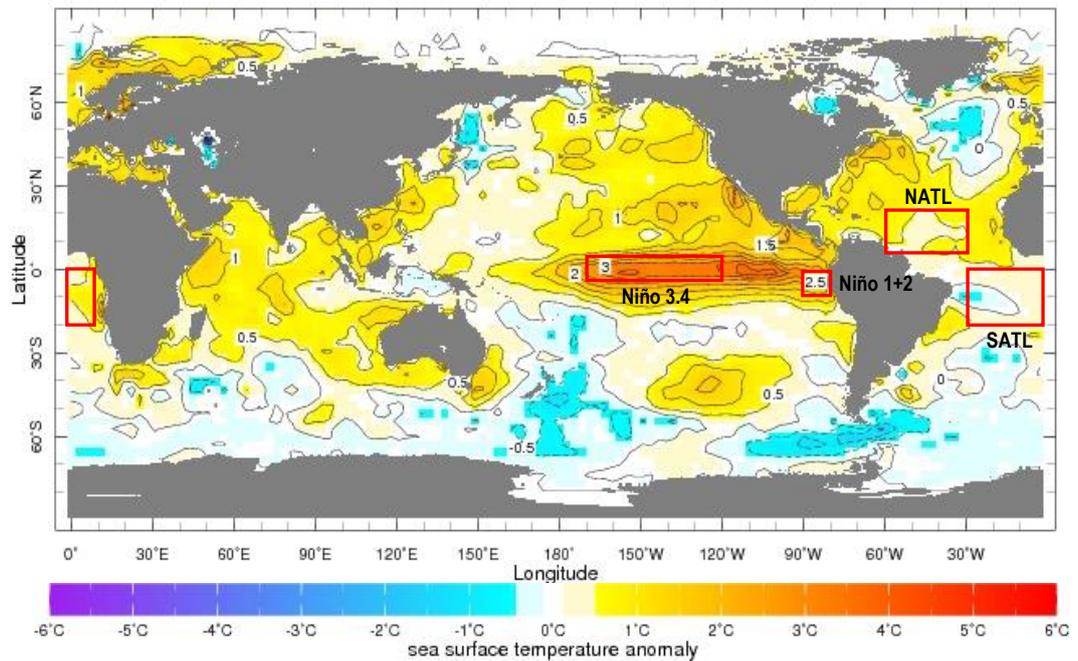


Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (°C) a nivel global, para el trimestre diciembre-febrero (DEF). Rectángulos rojos indican regiones de análisis. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

b) Pronóstico de la Región El Niño 3.4

Con respecto a los reportes de NMME (North American Multi-Model Ensemble), las proyecciones de las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) para los próximos 03 meses (DEF), presentarían condiciones cálidas muy fuertes a extraordinarias de acuerdo al ensamble de los modelos (anomalía de TSM sobre el promedio climatológico con 2.6°C en promedio, ver Fig. 8). El mes de diciembre 2015 alcanzaría su valor máximo de 2.9°C, para luego retomar proyecciones de tendencia negativa hasta mediados del próximo año 2016 (ver Figura 8).

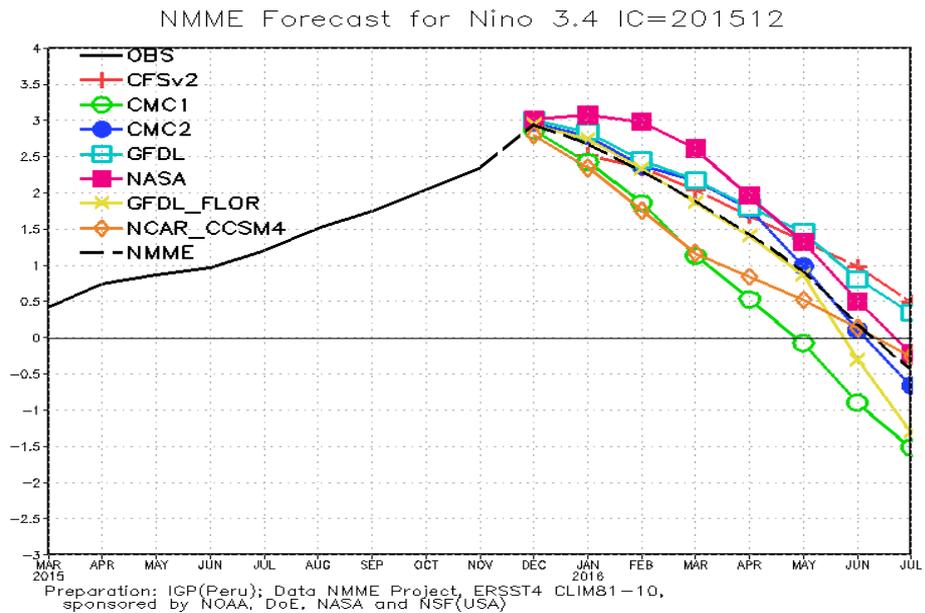


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de noviembre 2015. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

c) Pronóstico de la región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP elaborados con datos del NMME, los modelos de pronósticos de fines de noviembre 2015 pronostican que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL) para el próximo trimestre diciembre-febrero (DEF) mostrarían condiciones neutrales (anomalías de TSM por encima del promedio climatológico con 0.4°C en promedio, ver Fig. 9), con tendencia positiva hasta mediados del año 2016, para luego tomar una ligera tendencia negativa los siguientes meses del año.

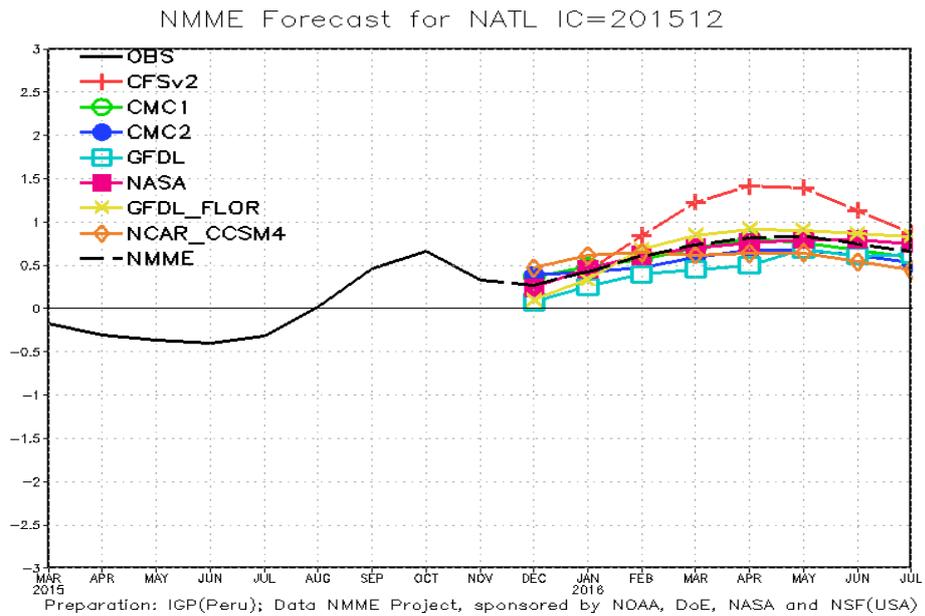


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de noviembre 2015. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

En el reporte del CPTEC, los pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses diciembre-febrero (DEF) 2016 con datos observados de fines de noviembre, mostrarían dominio de anomalías negativas de precipitación en la región este y oeste de la Amazonía (incluyendo la Amazonía peruana), con valores de hasta -4 mm/día en promedio (Fig. 10). Por otro lado, la región central mostraría ligeras anomalías positivas de precipitación. (Fig. 10).

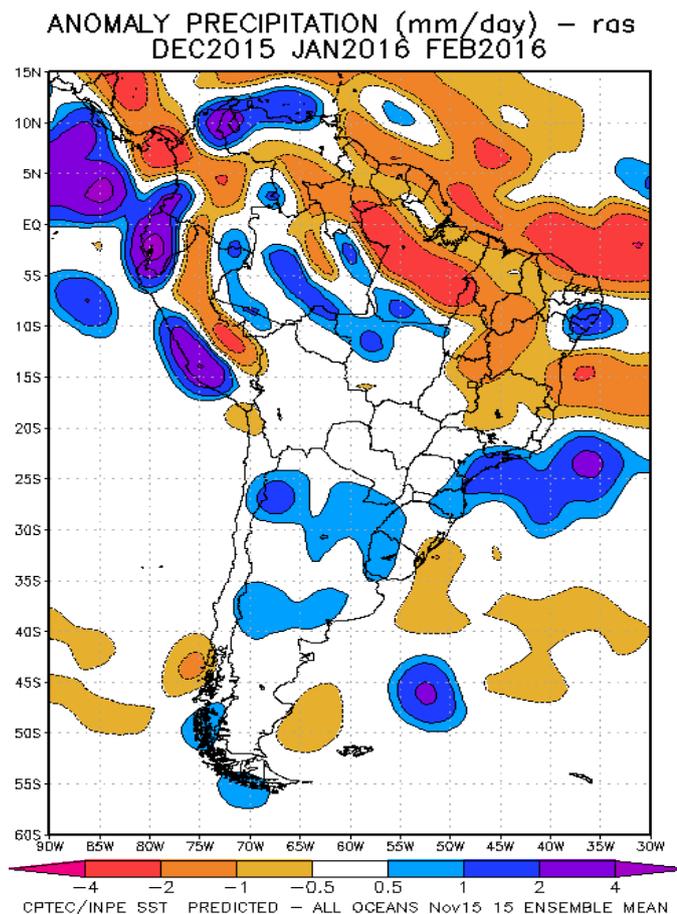


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para el trimestre DEF del 2015 en América del Sur, con datos observados del mes de noviembre. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

Durante el mes de noviembre 2015, la TSM en el Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 mostró condiciones cálidas muy fuertes (anomalías positivas de TSM de 3.0°C), con un ligero ascenso respecto al mes anterior. La región Niño 1+2 presentó condiciones cálidas de magnitud fuerte (anomalías positivas de TSM de 2.1°C), como indica el ENFEN en su comunicado oficial N°21-2015 (diciembre). El Atlántico tropical Norte (NATL) mostró anomalías positivas y el Atlántico tropical Sur (SATL) presenta ligeras anomalías positivas (anomalías de TSM de 0.3°C para el NATL y 0.1°C para SATL).

Para el periodo de análisis (noviembre) se observó divergencias de flujo de humedad en gran parte de la cuenca Amazónica (principalmente al noreste cercano a la desembocadura). Estas condiciones probablemente están asociadas a la intensificación

de los vientos de bajo nivel al este de los Andes, los cuales conducen la humedad hacia la cuenca de La Plata.

Hasta fines del mes de noviembre 2015, según lo mostrado por la fuente de datos del TRMM-RT, se presentaron anomalías negativas de precipitación en gran parte de la cuenca Amazónica, principalmente al noreste de la misma, cuenca alta del río Tapajós, cuenca baja del río Madeira y sureste de la Amazonía boliviana. Asimismo, al norte de la Amazonía peruana y alrededor del sureste de la triple frontera Perú-Colombia-Brasil. Por otro lado, se observan ligeras anomalías positivas de precipitación en el sur de la Amazonía peruana, principalmente en las nacientes de la cuenca del río Ucayali y Madre de Dios.

A primeros días del mes de diciembre, se registraron niveles de ríos por encima del promedio climático (anomalías positivas) en las cuencas de los ríos Marañón (San Regis), Huallaga (Yurimaguas) y Ucayali (Pucallpa). En las dos primeras estaciones se puede observar incrementos súbitos de los niveles del río en los primeros días del mes de noviembre, lo que coincide con las fuertes lluvias observadas en esta región. Sin embargo, en la estación de Iquitos (río Amazonas) se continúan registrando niveles de ríos por debajo del promedio climático.

Respecto a las condiciones oceánicas para el próximo trimestre (DEF), el ENFEN en su Comunicado Oficial ENFEN N° 21-2015 (diciembre) indica que los modelos globales en su mayoría para la región Niño 1+2 que El Niño costero en marcha mantendrían una magnitud fuerte hasta el mes de diciembre. Durante los meses de enero a marzo del 2016, la mayoría de modelos predicen una magnitud moderada de El Niño costero. Para la región Niño 3.4, los modelos globales continúan pronosticando que alcanzaría una magnitud muy fuerte hasta fines de 2015 para luego decaer a lo largo de los primeros meses de 2016.

El calentamiento en el Pacífico central en los próximos meses podría prolongar el déficit de precipitaciones que ya se viene observando en la región Amazónica y en el flanco este de los Andes, como ha sido documentado en estudios previos (e. g. Espinoza et al., 2011; Lavado et al., 2013; Lavado & Espinoza, 2014). Por lo tanto, la evolución de las variables oceánicas y atmosféricas deberá ser monitoreada detalladamente en los próximos meses, inicio de la nueva temporada de lluvias. La posibilidad de continuidad del déficit de precipitaciones que se viene observado resulta de alto riesgo para los

ecosistemas amazónicos ya que este año se han presentado temperaturas excepcionalmente elevadas en la cuenca amazónica, tal como muestra el reporte de la NOAA: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/> (Ver figura 11)

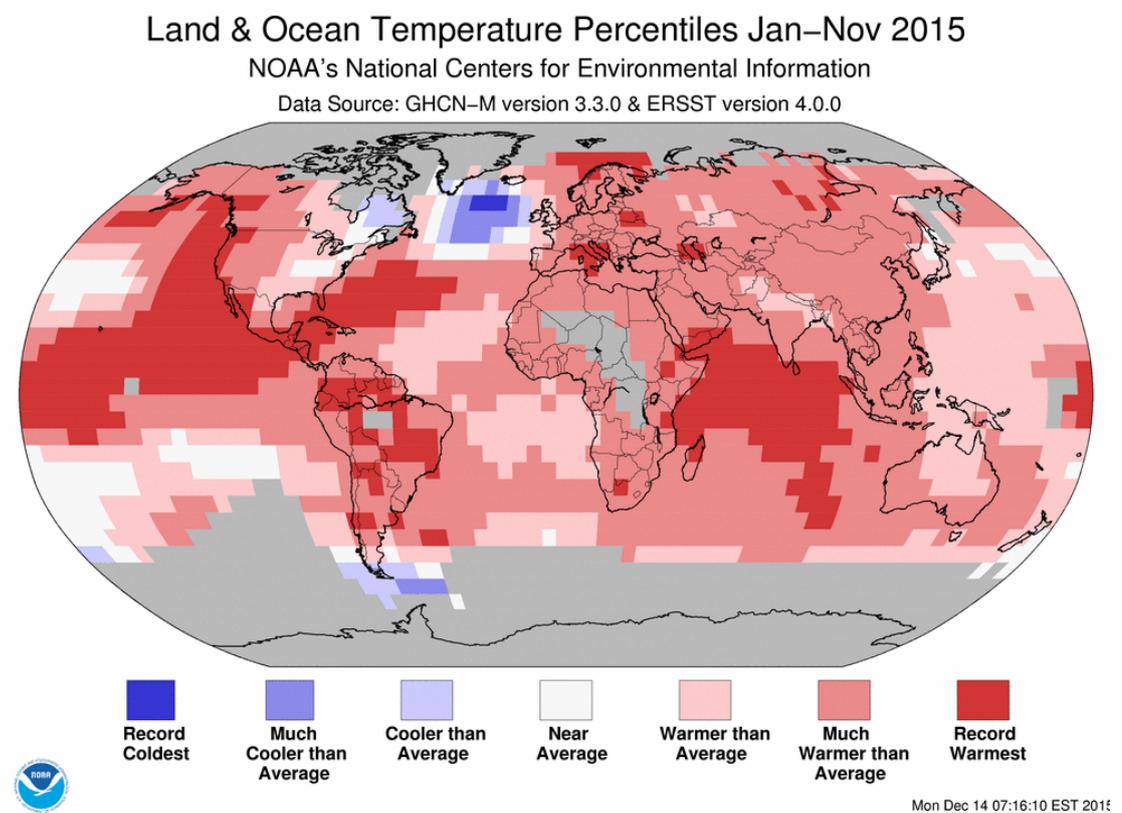


Fig. 11: Percentiles de temperatura de superficie para el año 2015 (enero a noviembre). En color rojo se muestran regiones con record de temperaturas altas. Fuente NOAA (<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/service/global/map-percentile-mntp/201501-201511.gif>)

La base de datos de las variables hidroclimáticas se sigue actualizando continuamente, compilando informaciones provenientes de diferentes agencias internacionales de investigación del clima e instituciones locales (NOAA, IRI, CPTEC, SENAMHI, etc.). Desde el mes de febrero las variables de precipitación se encuentran a tiempo real en la página web <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana>.

VII. Referencias

Espinoza J. C., Guyot J-L, Ronchail J, Cochonneau G, Filizola N, Fraizy P, de Oliveira E, Ordoñez J J and Vauchel P (2009). Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974–2004) *J. Hydrol.* 375 297–311

- Espinoza J. C., Ronchail J., Guyot J. L., Junquas C., Vauchel P., Lavado W., Drapeau G. y Pombosa R. (2011). "Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought". *Geophys. Res. Lett.* 38 L13406.
- Espinoza J. C., Ronchail J., Frappart F., Lavado W., Santini W., y Guyot J. L. (2012a). The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970–2012 Period: A Focus on the 2012 Flood. *Journal of Hydrometeorology*.
- Espinoza J. C., Lengaigne M. Ronchail J., Janicot S. (2012b). Large-Scale circulation Patterns and related rainfall in the Amazon basin: a Neuronal Networks approach. *Climate Dynamics*. 38. 121-140. DOI. 10.1007/s00382-011-1010-8
- Espinoza, J. C., Ronchail, J., Frappart, F., Lavado, W., Santini, W., and Guyot, J. L. (2013). The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970–2012 Period: A Focus on the 2012 Flood, *J. Hydrometeorol*, 14, 1000–1008.
- Janowiak, J. E., and P. Xie. (1999). CAMS-OPI: A global satellite-rain gauge merged product for real-time precipitation monitoring applications. *Journal of Climate* 12:3335-3342.
- Huffman G.J., R.F. Adler, D.T. Bolvin, E.J. Nelkin, (2010) "The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA)". Chapter 1 in *Satellite Applications for Surface Hydrology*, F. Hossain and M. Gebremichael, Eds. Springer Verlag, ISBN: 978-90-481-2914-0, 3-22.
- Lavado W., Labat D., Ronchail J., Espinoza J.C., Guyot J.L. (2013). Trends in rainfall and temperature in the Peruvian Amazon-Andes basin over the last 40 years (1965-2007). *Hydrological Processes*. 41, 2944-2957. doi: 10.1002/hyp.9418
- Lavado W. & Espinoza J.C. (2014). "Impactos de El Niño y La Niña en las Lluvias del Perú (1965-2007)", *Revista Brasileira de Meteorología*, v.29, n.2, 171-182.
- Lavado C W S, Ronchail J, Labat D, Espinoza J C and Guyot J L (2012). "Basin-scale analysis of rainfall and runoff in Peru (1969–2004): Pacific, Titicaca and Amazonas watersheds" *Hydrol. Sci. J.* at press (doi:10.1080/02626667.2012.672985).
- Satyamurty P., Nobre C. A., Silva Dias P.L. (1998). "Tropics - South America". In: Karoly DJ, Vincent DG (Org.) *Meteorology and hydrology of the Southern Hemisphere*. Boston: Meteorology Monograph. 49:119–139.
- Yoon J. H. y Zeng H. (2010). "An Atlantic influence on Amazon rainfall". *Clim. Dyn.* 34 249–64.